

MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU
ODRŽIVI RAZVOJ

JAKOV IVANOVIĆ

KONTROLA KVALITETE VODE ZA LJUDSKU
UPOTREBU NA PODRUČJU MEĐIMURJA

ZAVRŠNI RAD

ČAKOVEC, 2017.

MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU
ODRŽIVI RAZVOJ

JAKOV IVANOVIĆ

KONTROLA KVALITETE VODE ZA LJUDSKU
UPOTREBU NA PODRUČJU MEĐIMURJA
QUALITY CONTROL OF WATER FOR HUMAN
CONSUMPTION IN MEĐIMURJE

ZAVRŠNI RAD

Mentorica:
dr. sc. Silvija Zeman, pred.

ČAKOVEC, 2017.

Zahvala

Zahvaljujem mentorici dr. sc. Silviji Zeman, pred., na pomoći i stručnim savjetima pri izradi ovog završnog rada.

Najveću zahvalu dugujem svojoj obitelji i prijateljima na pruženoj podršci i razumijevanju tijekom ovog trogodišnjeg studiranja.

SAŽETAK:

Voda je najvažniji resurs na Zemlji te je neophodna za život svakog organizma. Onečišćenje voda svako je kvalitativno i kvantitativno odstupanje od normalnog kemijskog, fizičkog i biološkog sastava i kakvoće, koje ima negativne posljedice na zdravlje ljudi i ostale žive organizme, sastavnice okoliša i gospodarstvo.

Podzemna se voda u Međimurskoj županiji eksploatira iz dva vodocrpilišta – vodocrpilišta Nedelišće i vodocrpilišta Prelog. Vodocrpilište Nedelišće vodom opskrbljuje 80 % županije, dok ostatak županije namiruje vodocrpilište Prelog. Podzemna voda koja se eksploatira zaštićena je Pravilnikom o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta (NN 66/11, 47/13, i to trima zonama (III. zona – zona ograničenja i nadzora, II. zona – zona strogog ograničenja i nadzora, I. zona – zona strogog režima zaštite i nadzora).

U ovom radu opisane su i analizirane onečišćujuće tvari koje se mogu naći u podzemnim vodama – teški metali (kadmij, arsen, olovo, živa), nitrati, nitriti te pesticidi (DDT, aldrin, dieldrin, klordan, ukupni pesticidi). Analizu vode za ljudsku potrošnju u Međimurskoj županiji obavlja laboratorij Međimurskih voda d.o.o.

Rezultati analiza prikazani su grafički i tablično te su uspoređeni s maksimalno dopuštenim koncentracijama (MDK). Voda je na oba vodocrpilišta bez okusa i mirisa. Njezina temperatura, mutnoća i pH vrijednost u granicama su maksimalno dopuštenih koncentracija. Koncentracije nitrata su niske na oba vodocrpilišta, dok su koncentracije nitrata dvostruko više na vodocrpilištu Prelog u odnosu na vodocrpilište Nedelišće. Analizom svih parametara utvrđeno je da je voda za ljudsku potrošnju u Međimurskoj županiji zdravstveno ispravna.

Ključne riječi: *voda, vodocrpilište, nitrati, nitriti, teški metali, pesticidi*

SUMMARY:

Water is the most important resource on Earth and is necessary to the life of every organism. Water pollution is any qualitative and quantitative deviation from the normal chemical, physical and biological composition and quality, which has negative consequences on human health and other living organisms, constituents of the environment and the economy.

Groundwater in the Međimurje County is exploited at two water wells - water well Nedelišće and water well Prelog. The Nedelišće water supply plant supplies 80% of the country, while the rest is settled by the Prelog water reservoir. Exploited ground water is protected by the Ordinance on Conditions for Determination of Sanitary Protection Area (NN 66/11, 47/13) and with three zones (Zone III - Zone Limitations and Surveillance, Zone II - Strict Limits and Surveillance Area, Zone I - a zone of strict protection and control).

This paper describes and analyzes pollutants found in groundwater - heavy metals (cadmium, arsenic, lead, mercury), nitrates, nitrites and pesticides (DDT, aldrin, dieldrin, chlordane, total pesticides). The analysis of water for human consumption in the Međimurje County is carried out by the Laboratory of Međimurske vode Ltd.

The results of the analysis are shown graphically and tabular and are compared with maximum permissible concentrations (MPCs). Water is in both water wells without taste and smell. Its temperature, turbidity and pH are within the limits of MPC. Nitrite concentrations are low in both water wells, while nitrate concentrations are twice as large at the Prelog water well. By analyzing all the parameters, water for human consumption in Međimurje County was found to be healthworthy.

Key words: *water, water well, nitrates, nitrites, heavy metals, pesticides*

SADRŽAJ

1. UVOD	7
2. OPĆENITO O VODI	8
2.1. Podzemna voda	9
2.2. Voda za ljudsku potrošnju	11
3. VODOCRPILIŠTE (VODOZAHVAT).....	12
3.1. Vodocrpilište Nedelišće	12
3.2. Vodocrpilište Prelog	13
4. ZONE SANITARNE ZAŠTITE IZVORIŠTA	14
5. ONEČIŠĆUJUĆE TVARI U PODZEMNIM VODAMA.....	15
5.1. Metali	15
5.2. Nitrati i nitriti	17
5.3. Pesticidi.....	18
6. MONITORING KAKVOĆE VODE U RH.....	19
6.1. Stanje podzemnih voda.....	19
7. CILJ RADA.....	20
8. MATERIJALI I METODE	20
9. REZULTATI I RASPRAVA	21
10. ZAKLJUČAK	35
11. LITERATURA.....	36

1. UVOD

Međimurska županija smještena je na samom sjeveru Republike Hrvatske te je sa sjevera, sjeveroistoka i juga omeđena rijekama Murom i Dravom. Na površini od 729 km² živi oko 126 000 stanovnika što Međimurje čini najgušće naseljenim područjem u Hrvatskoj. Međimurje se nalazi na dodiru dviju velikih reljefnih cjelina – Panonske nizine u nizinskom donjem Međimurju i Istočnih Alpa u brežuljkastom gornjem Međimurju.

Zbog smještaja županije između dviju rijeka i dviju reljefnih cjelina te zbog blizine alpskog prostora, formira se kontinentalna klima s vrućim ljetima te oštrim zimama s prosječnim godišnjim padalinama između 900 i 1000 mm u gornjem Međimurju te 800 - 900 mm u donjem Međimurju. Najznačajnija je djelatnost Međimurske županije poljoprivreda, a poljoprivredno zemljište obuhvaća 74 % površine županije, dok šume obuhvaćaju oko 12 %. [2]

Budući da se za vodoopskrbu stanovništva gotovo 90 % vode crpi iz podzemnih voda, zaštita vodnih resursa od najvećeg je nacionalnog interesa. Zahvaljujući dugogodišnjoj brizi o zaštiti vodocrpilišta, prostor Međimurja ima značajan podzemni spremnik pitke vode visoke kvalitete.

2. OPĆENITO O VODI

Voda je najvažniji element života na Zemlji. Voda je kemijski spoj dvaju atoma vodika i jednog atoma kisika, kemijske formule H_2O . Najzastupljenija je tvar svih živih bića te je čovjeku svakodnevno potrebna za piće, pripremu hrane, osobnu higijenu, čišćenje itd.

Rasprostranjenost vode na Zemlji:

- morska voda – 96,625 %
- ledenjaci – 1,702 %
- podzemna voda – 1,631 %
- površinska voda – 0,013 %
- voda u tlu – 0,001 %
- voda u atmosferi – 0,001 %. [13]

Onečišćenje voda svako je kvalitativno i kvantitativno odstupanje od normalnog kemijskog, fizičkog i biološkog sastava i kakvoće, koje ima negativne posljedice na zdravlje ljudi i ostale žive organizme, okoliš u cjelini i gospodarstvo. Suvremeni život, povećana industrijalizacija i moderna poljoprivreda glavni su izvori onečišćenja voda. Onečišćenje vode može se podijeliti na kemijsko, biološko i fizikalno onečišćenje. Kemijski onečišćene vode su one koje sadrže otrove i spojeve koji narušavaju prirodna svojstva vode (pH, okus, miris, količina otopljenog kisika). [3] Biološki onečišćene vode su vode koje su onečišćene patogenim bakterijama, gljivicama, ličinkama, virusima i ostalim organizmima uzročnicima oboljenja i prijenosnicima patogenih mikroorganizama koji su opasni po zdravlje ljudi i životinja. Fizikalno onečišćenim vodama promijenjene su temeljne fizikalne karakteristike kao što su temperatura, prozirnost, radioaktivnost i sl.

Procjenjuje se da jedno četveročlano kućanstvo na dan potroši oko 500 litara vode. Velike količine vode troše se i u intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji te u industriji, koja troši oko 50 % ukupne dnevne potrošnje vode. [3]

Poznato je da onečišćena voda ima osnovnu ulogu kod nastajanja i širenja zaraznih bolesti. No stalnom kontrolom kvalitete vode za ljudsku upotrebu, kontroliranjem vodoopskrbnih sustava i dezinfekcijom vode danas je opasnost od mikrobiološkog onečišćenja konzumnih voda bitno smanjena. [3]

Hidrološki ciklus, odnosno kolanje vode, proces je kruženja vode kroz atmosferu i na površini Zemlje. Ovaj se proces realizira isparavanjem (evaporacijom) vodene pare s vodenih površina, oslobađanjem vode iz biljaka (transpiracijom) te oborinama. U oblacima dolazi do kondenzacije vode zbog čega se stvaraju oborine koje padaju na kopno i vodna tijela. U oceanima, morima, jezerima, vodenim tokovima te na kopnu voda se akumulira i opet isparava. [3]

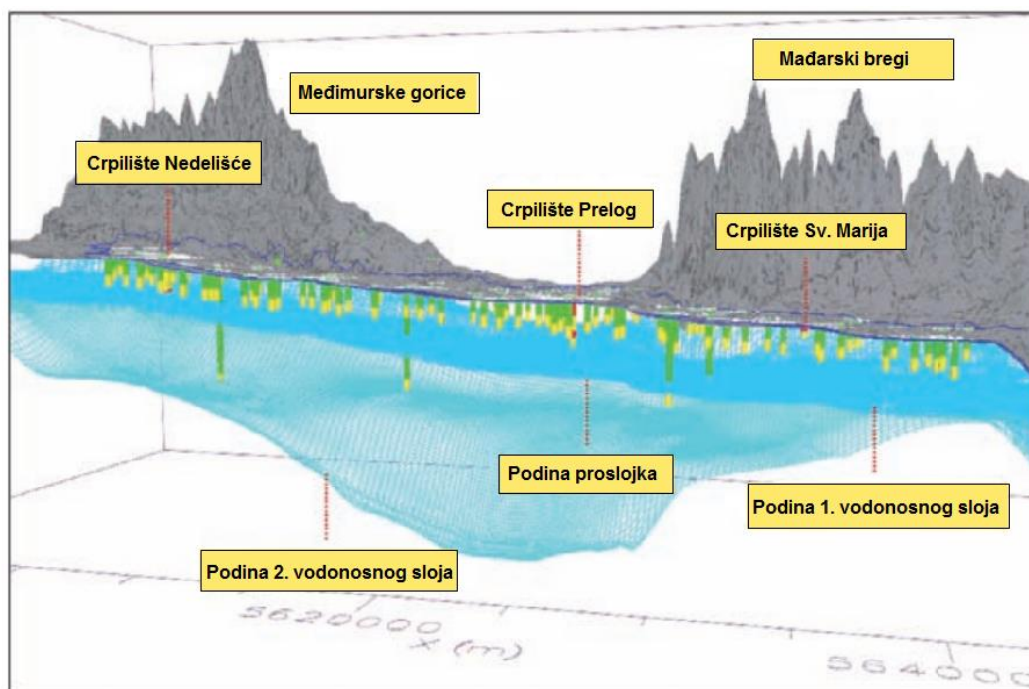
2.1. Podzemna voda

Podzemna je voda sva voda koja teče podzemljem ili se nalazi u podzemlju, stijenama i tlu, a pojavljuje se u svim trima agregatnim stanjima. Nastaje procjeđivanjem (infiltracijom) u podzemlje, a gubi se istjecanjem na površinu tla putem prirodnih izvora. Podzemna voda u tlu prema podrijetlu može biti: meteorska voda (nastala procjeđivanjem oborina), juvenilna voda (nastala kondenzacijom vodene pare) i konatna voda (u stijenama se nalazi od postanka). [4] Zalihe podzemnih voda dijele se na eksploatacijske i ukupne zalihe, tj. one koje se mogu dobiti iz vodonosnika.

Oblici podzemne vode su:

1. **HIGROSKOPSKA VODA** – voda koja ne podliježe gravitaciji i koja se nalazi u obliku molekula na stijenama pora, pa djelomično ili u potpunosti obavlja mineralne čestice ili dijelove stijene.
2. **OPNENA VODA** – voda koja je vezana adhezijskom silom za čestice te koja stvara kontinuiranu ovojnici debljine 0,0002 mm oko čestica.
3. **KAPILARNA VODA** – voda koja podliježe gravitaciji i zbog površinske napetosti ima sposobnost podizanja uz stijene kapilare. [4]

Vodonosnik (vodonosni sloj) propusni je sloj stijena pogodan za skladištenje podzemne vode koja se može eksploatirati. U njemu se voda slobodno kreće. Ako nepropusno područje leži na vodonosniku, pritisak bi mogao uzrokovati zatvaranje vodonosnika. Vodonosnici se mogu pojaviti na različitim dubinama, a oni koji su najbliži površini koriste se za vodoopskrbu i navodnjavanje te se mogu nadopuniti lokalnim oborinama. [5]

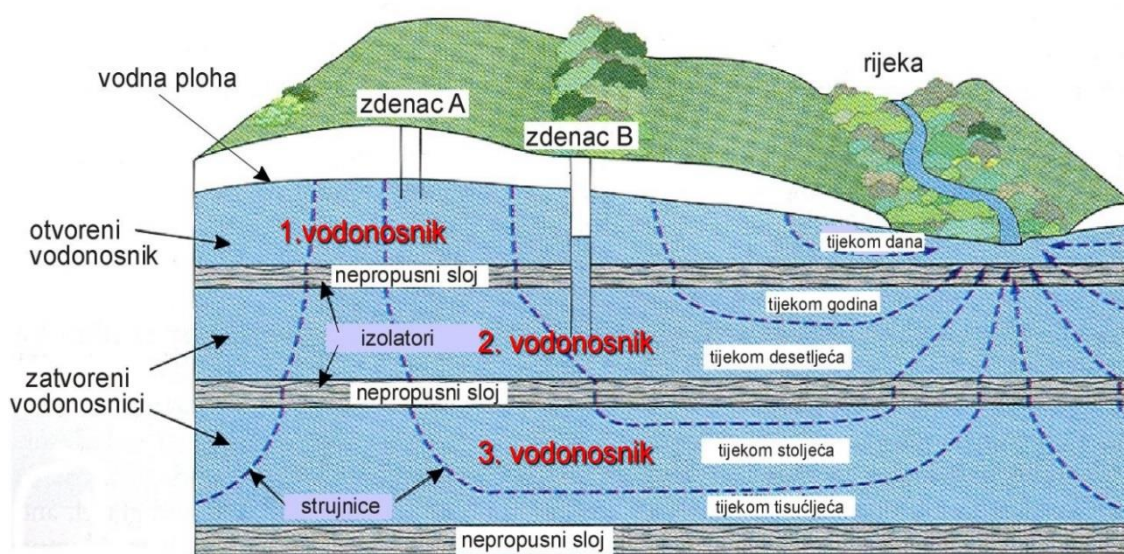


Slika 1. *Trodimenzionalni model međimurskog vodonosnika*

Izvor: http://www.voda.hr/sites/default/files/pdf_clanka/hv_68_2009_113-124_posavec-mustac.pdf

Razlikujemo dvije osnovne vrste vodonosnika:

- otvoreni vodonosnik – vodonosnik koji je s gornje strane omeđen vodnom plohom, a s donje nepropusnim slojem (izolatorom)
- zatvoreni vodonosnik – vodonosnik koji je omeđen nepropusnim slojevima (izolatorima). [6]



Slika 2. Otvoreni i zatvoreni vodonosnik

Izvor: [https://rudar.rgn.hr/~bruntom/nids_bruntom/PDF%20Sumarstvo/4_Povr%20i%20podzem-voda-\(2\).pdf](https://rudar.rgn.hr/~bruntom/nids_bruntom/PDF%20Sumarstvo/4_Povr%20i%20podzem-voda-(2).pdf)

2.2. Voda za ljudsku potrošnju

Prema Zakonu o vodi za ljudsku potrošnju, voda namijenjena za ljudsku potrošnju definira se kao:

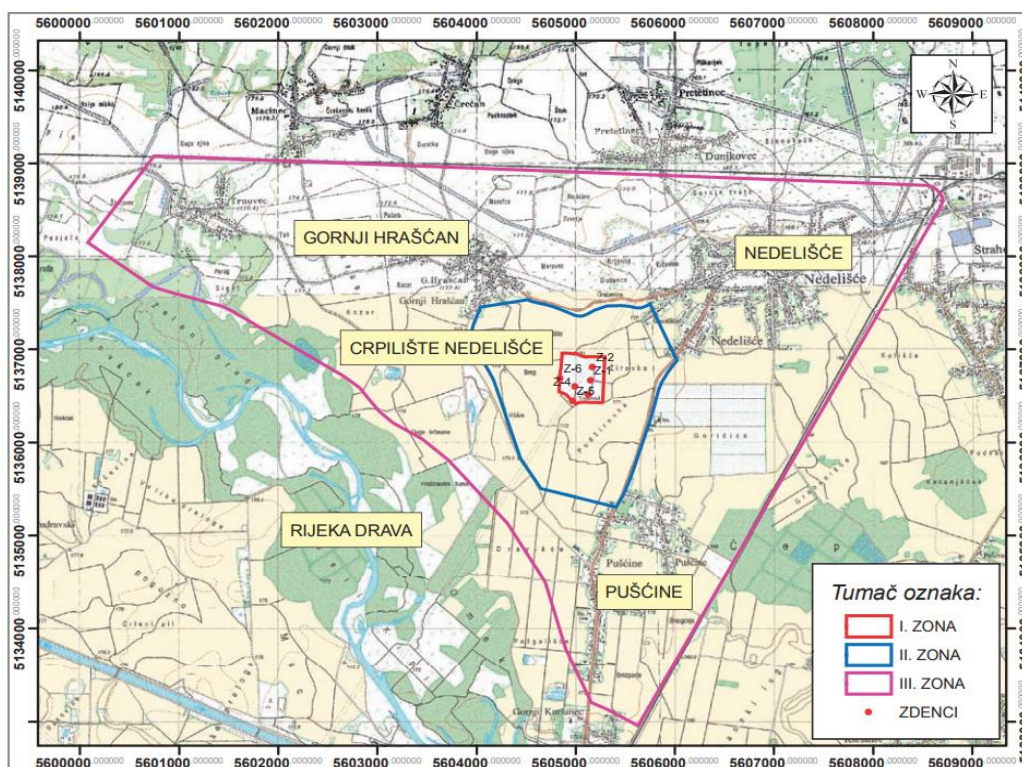
- *sva voda koja je u svojem izvornom stanju ili nakon obrade namijenjena za piće, kuhanje, pripremu hrane ili druge potrebe kućanstava, neovisno o njezinom porijeklu te neovisno o tome potječe li iz sustava javne vodoopskrbe, iz cisterni ili iz boca odnosno posuda za vodu*
- *sva voda koja se rabi u industrijama za proizvodnju hrane u svrhu proizvodnje, obrade, očuvanja ili stavljanja na tržište proizvoda ili tvari namijenjenih za ljudsku potrošnju, osim ako nadležno tijelo ne utvrdi da kakvoća vode ne može utjecati na zdravstvenu ispravnost hrane u njezinom konačnom obliku. [1]*

3. VODOCRPILIŠTE (VODOZAHVAT)

Vodocrpilište je građevina kojom se zahvaća voda na mjestu gdje ona prirodno izvire na površinu, tj. gdje se bunarima voda crpi iz vodonosnika. Za zahvaćanje vode u Međimurskoj županiji koriste se crpilišta u Nedelišću i Prelogu, a rezervno crpilište nalazi se u Svetoj Mariji. Sva međimurska vodocrpilišta međusobno su povezana magistralnim vodovima i čine pouzdani zatvoreni sustav vodoopskrbe čitave županije.

3.1. Vodocrpilište Nedelišće

Vodocrpilište Nedelišće nalazi se jugozapadno od grada Čakovca, između naselja Nedelišće, Gornji Hrašćan i Pušćine. Sastoji se od 6 aktivnih zdenaca kapaciteta 600 litara vode u sekundi. Vodocrpilište Nedelišće podmiruje 80 % potreba za javnu vodoopskrbu, dok ostale potrebe namiruje vodocrpilište Prelog. Vodonosnik se sastoji od dva vodonosna sloja – gornjeg i donjeg. U gornjem prevladava šljunak, a donji sadrži više pijeska. Proslojak, koji se nalazi na dubini od oko 20 metara, predstavlja granicu između gornjeg i donjeg sloja, a sadrži glinu i prah. [7]

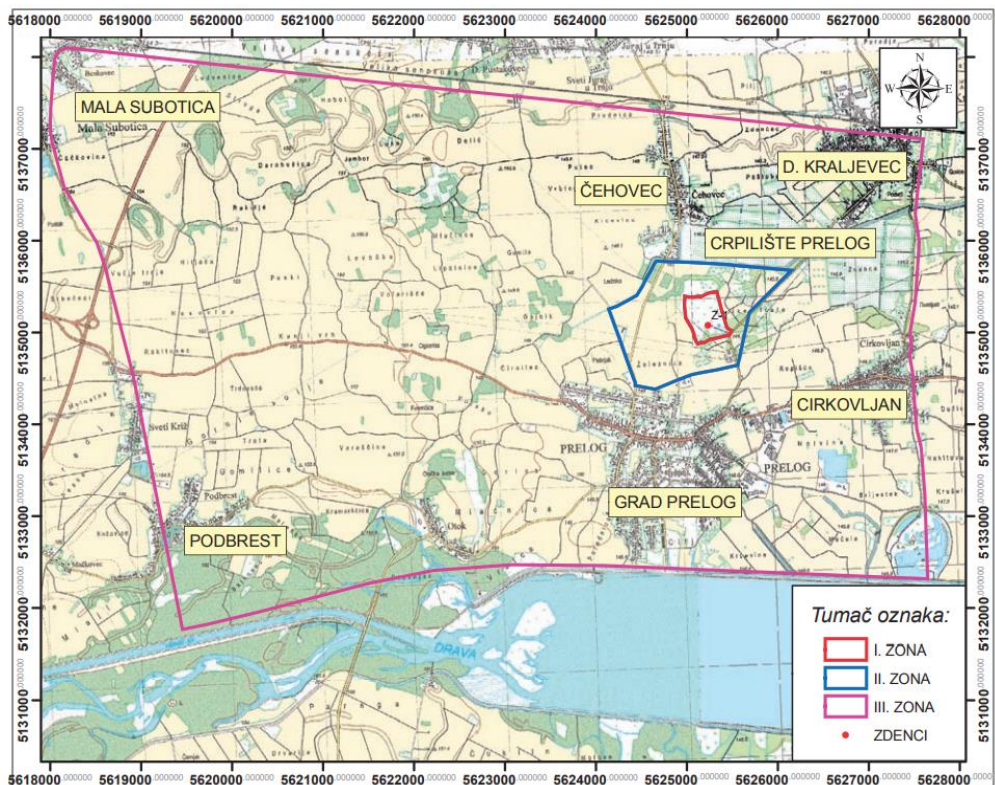


Slika 3. Zaštitne zone vodocrpilišta Nedelišće

Izvor: http://www.voda.hr/sites/default/files/pdf_clanka/hv_68_2009_113-124_posavec-mustac.pdf

3.2. Vodocrpilište Prelog

Vodocrpilište Prelog smješteno je između grada Preloga te naselja Čehovec i Cirkovljan. Sastoji se od dva zdenca kapaciteta 200 litara vode u sekundi. Vodonosni sustav sastoji se od gornjeg sloja u kojem dominira krupnozrni do sitnozrni šljunak i donjeg koji sadrži više pijeska. Granicu između gornjeg i donjeg sloja čini proslojak koji se nalazi na dubini od 35 do 39 metara, a sadrži prah i pijesak. [7]



Slika 4. Zone zaštite vodocrpilišta Prelog

Izvor: http://www.voda.hr/sites/default/files/pdf_clanka/hv_68_2009_113-124_posavec-mustac.pdf

4. ZONE SANITARNE ZAŠTITE IZVORIŠTA

Utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta koja služe za javnu vodoopskrbu u Republici Hrvatskoj propisano je Pravilnikom o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta (NN 66/11, 47/13) (u daljnjem tekstu Pravilnik). Ovim Pravilnikom podzemna voda koja se eksploatira iz vodonosnika međuzrnske poroznosti zaštićena je trima zonama:

- III. zona – zona ograničenja i nadzora
- II. zona – zona strogog ograničenja i nadzora
- I. zona – zona strogog režima zaštite i nadzora.

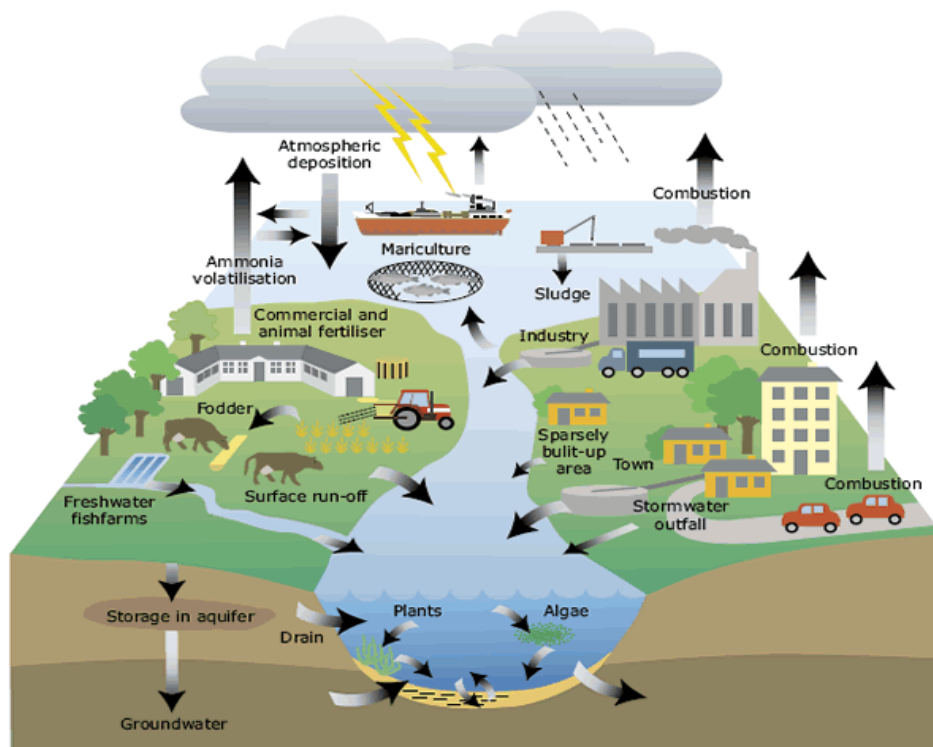
III. zona sanitarne zaštite izvorišta uvrđuje se radi smanjenja rizika onečišćenja podzemne vode od onečišćujućih i teško razgradivih tvari. U ovoj zoni zabranjeno je ispuštanje nepročišćenih otpadnih voda, odlaganje i skladištenje otpada, gradnja odlagališta otpada, gradnja kemijskih industrijskih postrojenja, gradnja aerodroma, prometnica i parkirališta bez kontrolirane odvodnje i odgovarajućeg pročišćavanja oborinskih onečišćenih voda prije njihovog ispuštanja u prijemnik. [8]

II. zona sanitarne zaštite izvorišta utvrđuje se radi smanjenja rizika od onečišćenja podzemnih voda patogenim mikroorganizmima i drugih štetnih utjecaja do kojih može doći tijekom zadržavanja vode u podzemlju. U II. zoni zabranjene su sve aktivnosti iz III. zone kao i poljoprivredna proizvodnja (osim ekološke proizvodnje uz primjenu dozvoljenih sredstava za zaštitu bilja i gnojiva), stočarska proizvodnja (osim za potrebe poljoprivrednog gospodarstva), ispuštanje pročišćenih i nepročišćenih otpadnih voda s prometnica. [8]

I. zona sanitarne zaštite izvorišta utvrđuje se radi zaštite izvorišta, vodozahvatnih građevina i njihove neposredne okolice od bilo kakvog oštećenja, onečišćenja vode te drugih slučajnih ili namjernih štetnih utjecaja. U I. zoni sanitarne zaštite izvorišta zabranjene su sve aktivnosti osim onih koje su vezane za zahvaćanje, kondicioniranje i transport vode u vodoopskrbni sustav. [8]

5. ONEČIŠĆUJUĆE TVARI U PODZEMNIM VODAMA

Kako voda neprestano kruži okolišem putem hidrološkog ciklusa, u njoj se mogu naći mnoge onečišćujuće tvari koje dolaze iz otpadnih voda kućanstava i industrije, procjednih voda s odlagališta otpada, poljoprivrednog zemljiša ili prometnica.



Slika 5. *Izvori onečišćenja vode*

Izvor: http://ekospark.com/info/08_voda/zagadjenje_otpadne_vode/i/image.gif

5.1. Metali

Metali su onečišćujuće tvari koje su opasne za okoliš i ljudsko zdravlje jer se mogu akumulirati u biološkim sustavima, vrlo su toksični te ulaze u biokemijske cikluse u okolišu. U Zemljinoj su kori zastupljeni udjelom od 25 % od čega su najzastupljeniji aluminij, željezo, kalcij, natrij, kalij i magnezij. Iako su neki metali esencijalni za život organizama, ako se u organizmu nađu u povišenim koncentracijama, mogu dovesti do poremećaja i toksičnih učinaka. Uneseni u okoliš, metali cirkuliraju putem vode, zraka ili se infiltriraju u dublje slojeve tla i podzemne vode. Poljoprivreda uvelike ima ulogu u

povećanju koncentracija metala u podzemnim vodama i to primjenom sredstava za zaštitu bilja te mineralnih gnojiva. [9]

Izvore olova u okolišu predstavljaju dimnjaci talionica ruda, ljevaonica olova, termoenergetskih postrojenja, kemijske industrije, promet, otpadne boje i dim iz cigareta. Kad uđe u organizam, olovo se apsorbira, prenosi krvlju i raspoređuje u bubrežima, jetri, kostima i drugim tvrdim tkivima. Iz organizma se najvećim dijelom eliminira putem bubrega. Štetne posljedice olova na organizam su ometanje metabolizma, depresija, glavobolja, umor i nesanica. [9, 10]

Kadmij i njegovi spojevi vrlo su otrovni, a u okoliš dolaze kao posljedica taljenja i rafinacije cinka i olova, proizvodnje akumulatora, boja i polimernih materijala te primjene insekticida i fungicida. Ulaskom u organizam, kadmij se apsorbira, prenosi krvlju i akumulira u bubrežima, mišićima i jetri. Štetni utjecaji kadmija na organizam očituju se na jetri, bubrežima i krvožilnom sustavu. [9, 10]

Živa se u okolišu nalazi kao posljedica emisija iz industrije, spalionica komunalnog otpada, primjene pesticida, erupcije vulkana, erozije tla itd. Nakupljanje i metaboliziranje žive glavni je problem onečišćenja okoliša živom. Elementarna živa topiva je u mastima, nakuplja se u mozgu, bubrežima, jetri i srcu te narušava živčani sustav. [9]

Arsen se u okolišu nalazi u atmosferi, tlu, stijenama, vodama te organizmima. Njegovi izvori u okolišu povezani su s vulkanskim aktivnostima, ali i antropogenim aktivnostima kao što su rudarska industrija, sagorijevanje fosilnih goriva, upotreba pesticida i herbicida. U organizam se može unijeti udisanjem, konzumiranjem vode s povišenom koncentracijom arsena i apsorpcijom kroz kožu kada se širi i na unutrašnje organe (jetra, bubrezi, pluća). Neke od promjena koje izaziva povišena koncentracija arsena u organizmu su oštećenje funkcije jetre, vaskularna oboljenja, povišeni krvni tlak, karcinom kože, pluća, bubrega i jetre. [11]

5.2. Nitrati i nitriti

Nitrifikacija je proces kojim se amonijak pomoću dušičnih bakterija pretvara u nitrite, a potom u nitrate. Nitrati i nitriti važna su skupina dušikovih spojeva koji se nalaze u okolišu kao onečišćujuće tvari jer se akumuliraju u tlima i podzemnim vodama u područjima intenzivne proizvodnje. Nitrati, odnosno soli dušične kiseline, nastaju djelovanjem dušične kiseline na metale, njihove okside, hidrokside i karbonate.

Nitrati su topljivi u vodi te nemaju sposobnost vezanja na adsorpcijski kompleks tla pa su zbog toga jako mobilni i lako se ispiru u dublje slojeve tla i u pitke podzemne vode. Podzemne vode onečišćene su nitratima zbog intenzivne poljoprivredne proizvodnje u kojoj se primjenjuju dušična mineralna gnojiva. Zbog prekomjerne i nepravilne gnojidbe jedan dio nitrata ispire se iz tla i tako onečišćuje podzemne vode. Ostali izvori onečišćenja podzemnih voda nitratima su fekalne vode iz septičkih jama i nepropisno izgrađenih kanalizacijskih sustava, primjena organskih gnojiva i atmosferska depozicija. [9]

Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) preporuča graničnu vrijednost nitrata u organizmu čovjeka koja iznosi 5 mg/kg, a za nitrite ona iznosi 0,4 mg/kg.¹ Iz organizma se nitrati i nitriti dobro eliminiraju putem bubrega. Povišena koncentracija nitrata u vodi za piće uzrokuje teške bolesti, a u nekim slučajevima i smrt. Toksičnost nitrata manifestira se kardiovaskularnim problemima, a može doći i do methemoglobinemije kod čega je hemoglobin u oksidiranom obliku i ne može vezati kisik. Dugotrajno izlaganje povišenim koncentracijama nitrata i nitrata izaziva dijareju i krvarenje slezene. [12]

¹ Sofilić, T. (2014.) Ekotoksikologija, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Sisak, http://bib.irb.hr/datoteka/743709.Tahir_Sofilic_EKOTOKSIKOLOGIJA.pdf

5.3. Pesticidi

Pesticidi su otrovna kemijska sredstva, najčešće sintetskog podrijetla, koja služe za suzbijanje štetnih nametnika kao što su gljivice, kukci, puževi, glodavci, korovi, lišajevi i sl. Na sve veću opasnost pesticida ukazuje činjenica da se oni sve masovnije upotrebljavaju u poljoprivrednoj proizvodnji, šumarstvu, stočarstvu, komunalnoj higijeni, farmaceutskoj i prehrambenoj industriji te svakodnevnom životu. Svjetska zdravstvena organizacija godišnje registrira više od 30 milijuna otrovanja pesticidima, od čega oko 100 000 završava smrću.² [3]

Prema namjeni pesticidi se dijele na:

- insekticide – suzbijanje kukaca
- akaricide – suzbijanje grinja
- nematocide – suzbijanje fitoparazitskih nematoda
- limacide – suzbijanje puževa
- korvifuge – odbijanje napada ptica
- rodenticide – suzbijanje glodavaca
- fungicide – suzbijanje fitopatogenih gljiva
- herbicide – suzbijanje korova. [9]

Zbog niske cijene i pristupačnosti, organoklorirani i organofosforni pesticidi, koriste se za suzbijanje različitih vrsta nametnika te se zbog nepravilne primjene pojavljuju u tlu, vodi, zraku, usjevima i na samom kraju u organizmu ljudi i životinja.

Pesticidi su topivi u mastima i imaju veliku stabilnost pa lako ulaze u prehrambeni lanac gdje se nakupljaju u masnom tkivu, žumanjku jaja i jetri životinja. U organizam mogu ući udisanjem, ingestijom ili kroz kožu. Najopasniji pesticidi za organizam su DDT, aldrin, dieldrin i klordan zbog svoje stabilnosti i otrovnosti. Najčešći štetni učinci pesticida na organizam su mučnina, glavobolja, umor, povraćanje, vrtoglavica, nesanica, slabost mišića i gubitak pamćenja. [9]

² Springer, O. P; Springer D. (2008). Otrovani modrozeleni planet. Samobor, Meridijani

6. MONITORING KAKVOĆE VODE U RH

Standardi za određivanje kakvoće površinskih i podzemnih voda propisani su Uredbom o standardu kakvoće voda (NN 73/13, 151/14, 78/15, 61/16) koja je donesena na temelju Zakona o vodama (NN 153/09, 130/11, 56/13, 14/14). U Hrvatskoj je za praćenje kvalitete vode zadužena tvrtka Hrvatske vode d.o.o.

U Republici Hrvatskoj stanje voda sustavno se prati na:

- oko 320 mjernih postaja za površinske vode
- oko 200 mjernih postaja za podzemne vode. [9]

6.1. Stanje podzemnih voda

Rezultati praćenja podzemnih voda tijekom 2012. godine ukazali su da je stanje podzemnih voda i dalje nešto lošije zbog povišenih koncentracija biljnih hranjiva i mikrobioloških pokazatelja. Rezultati su također pokazali da su koncentracije nitrata i pesticida na većini vodocrpilišta u granicama maksimalno dopuštenih koncentracija. Samo su na nekoliko vodocrpilišta Varaždinske županije i istočne Slavonije zabilježene povišene koncentracije nitrata. U dijelu uzoraka zabilježena je i povišena koncentracija olova, željeza, mangana i cinka, a povišene koncentracije arsena nalaze se u uzorcima uzetim u istočnom dijelu Hrvatske. Iako su primjećeni utjecaji onečišćenja zbog poljoprivredne aktivnosti, kvaliteta podzemne vode u Republici Hrvatskoj još je uvijek zadovoljavajuća. [9]

7. CILJ RADA

Cilj je rada analizirati koncentracije parametara (temperatura, boja, mutnoća, miris, okus, pH vrijednost, nitrati, nitriti, teški metali i pesticidi) koji utječu na kvalitetu vode za ljudsku potrošnju. Analizom tih parametara dobivaju se podaci o zdravstvenoj ispravnosti vode za ljudsku potrošnju. Analize su provedene na dva međimurska vodocrpilišta – Nedelišće i Prelog u razdoblju od 2016. do 2017. godine.

8. MATERIJALI I METODE

U radu su obrađeni podaci o temperaturi, boji, mutnoći, mirisu, okusu, pH vrijednosti vode te koncentraciji nitrita, nitrata, teških metala i pesticida u podzemnoj vodi na vodocrpilištima Nedelišće i Prelog. Kod izrade tablica i grafova korišteni su programi MS Word i MS Excel. Analize su provedene u laboratoriju Međimurskih voda d.o.o.

Temperatura vode određuje se termometrom na licu mjesta, boja se određuje pomoću Pt-Co skale, mutnoća turbidimetrom, dok se miris i okus vode određuju organoleptičkom metodom (korištenjem osjetila).

pH vrijednost vode određuje se pH-metrom. Nitrati se određuju UV - spektrofotometrijskom metodom prema HRN EN ISO 10304-1:2012.

Teški metali (kadmij, arsen, olovo, živa) i pesticidi (DDT, aldrin, dieldrin, klordan, ukupni pesticidi) određuju se spektrofotometrijskom metodom.

9. REZULTATI I RASPRAVA

U nastavku su prikazane dobivene vrijednosti ispitanih parametara te njihova usporedba s maksimalno dopuštenim koncentracijama (MDK). Rezultati su prikazani u tablicama, zasebno za svako vodocrpilište po zdencima – Nedelišće (Z-1, Z-2, Z-3, Z-4 i Z-6) i Prelog (Z-1 i Z-2).

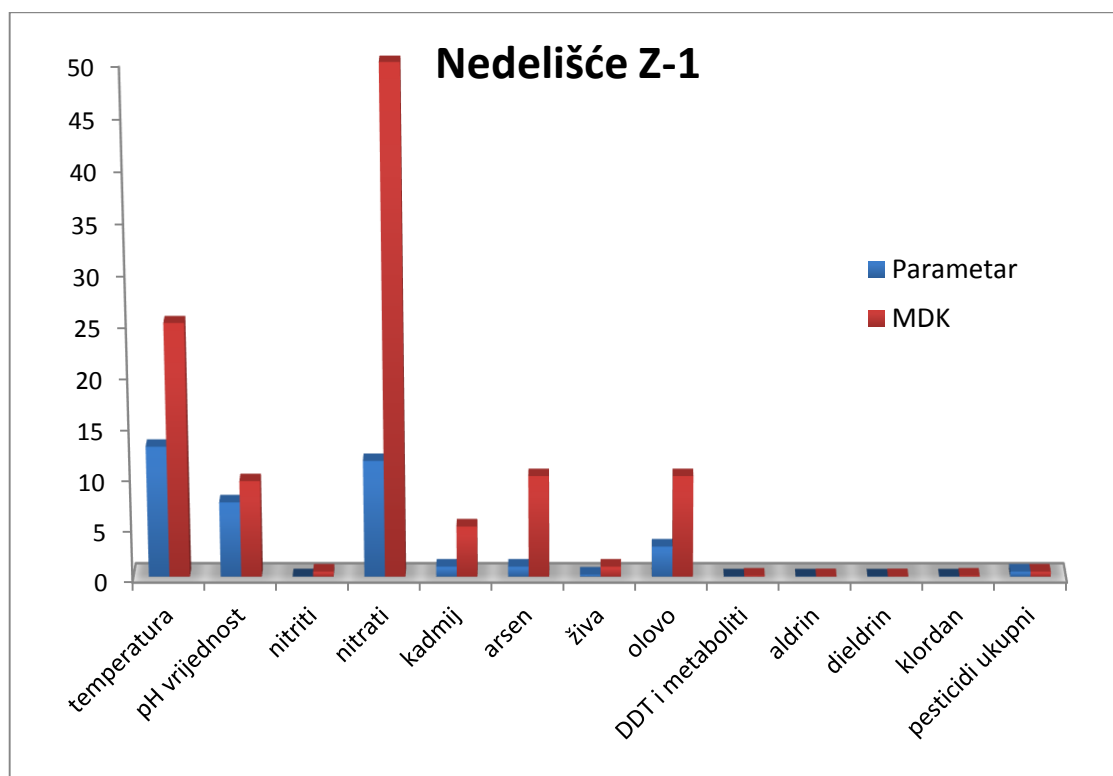
NEDELIŠĆE, Z-1

Tablica 1. Vrijednosti parametara na vodocrpilištu Nedelišće, Z-1

NAZIV PARAMETRA	METODA	MJERNA JEDINICA	REZULTAT	MDK
Temperatura	SM 2550 B (21.izd., 2005)	°C	12,9	25
Boja	SM 2120 C (21.izd., 2005)	mg/PtCo skale	<5	20
Mutnoća	HRN EN ISO 7027:2001	NTU	0,23	4
Miris	HRN EN 1622:2008	bez		
Okus	HRN EN 1622:2008	bez		
pH vrijednost	HRN EN ISO10523:2012	pH jedinica	7,4	6,5 - 9,5
Nitriti	HRN EN 26777:1998	mg/L NO ₂ ⁻	<0,02	0,5
Nitrati	HRN EN ISO 10304-1:2009/Ispr.1:2012	mg/L NO ₃ ⁻	11,5	50
TEŠKI METALI				
Kadmij (Cd)	HRN EN ISO 11885:2010	µg/L	<1	5
Arsen (As)	Vlastita metoda, oznaka:P-VODE-21, izdanje: 1/2	µg/L	<1	10
Živa (Hg)	AAS	µg/L	<0,20	1
Olovo (Pb)	HRN EN ISO 11885:2010	µg/L	<3	10
PESTICIDI				
DDT i metaboliti	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,1

Aldrin	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,03
Dieldrin	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,03
Klordan	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,1
Pesticidi ukupni	US EPA Metoda 614 i US EPA Metoda 617	µg/L	<0,5	0,5

Izvor: Međimurske vode d.o.o.



Graf 1. Grafički prikaz vrijednosti parametara na vodocrpilištu Nedelišće, Z-1

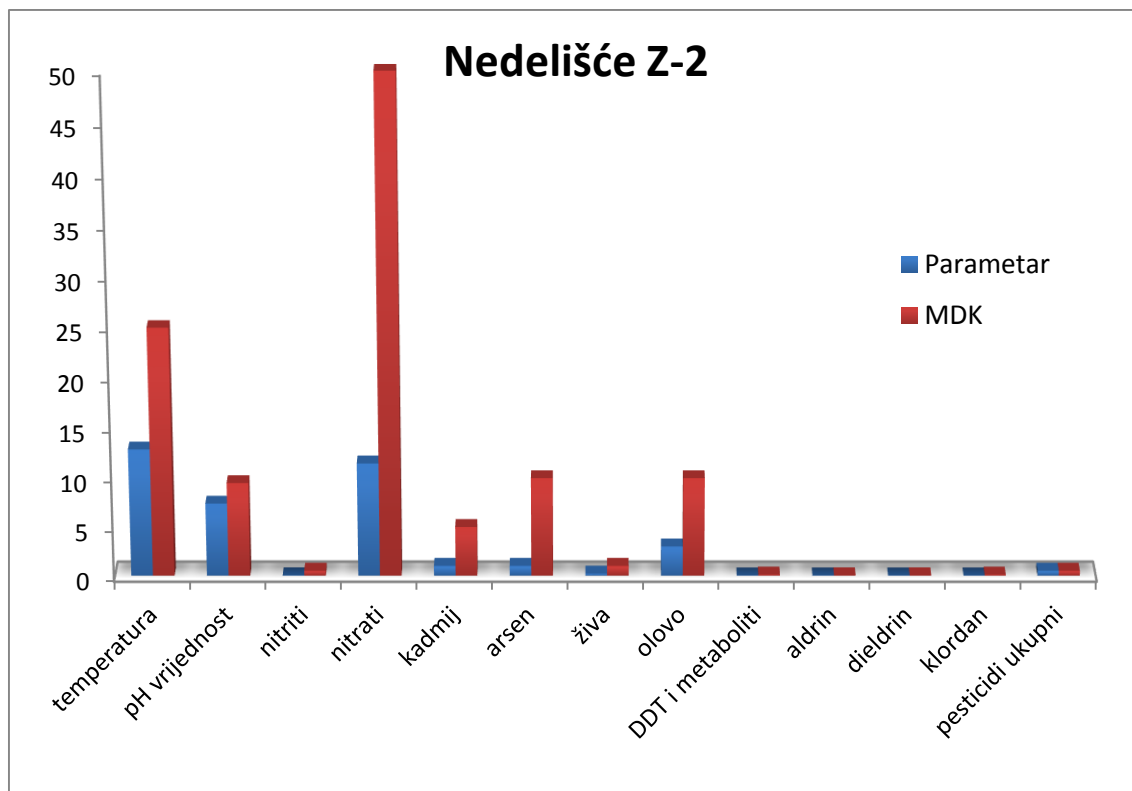
Analiza je pokazala da je voda na vodocrpilištu Nedelišće u zdencu Z-1 bez okusa i mirisa, a temperatura joj iznosi 12,9 °C. Mutnoća vode iznosi 0,23 NTU, pH vrijednost iznosi 7,4, dok koncentracija nitrita iznosi 0,02 mg/L NO_2^- , a nitrata 11 mg/L NO_3^- , što je unutar propisanih vrijednosti. Koncentracije teških metala i pesticida minimalne su.

Rezultati analize pokazuju da svi pokazatelji u zdencu Z-1 odgovaraju maksimalno dozvoljenim koncentracijama prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/13 i 128/15).

NEDELIŠĆE, Z-2**Tablica 2.** Vrijednosti parametara na vodocrpilištu Nedelišće, Z-2

NAZIV PARAMETRA	METODA	MJERNA JEDINICA	REZULTAT	MDK
Temperatura	SM 2550 B (21.izd., 2005)	°C	12,3	25
Boja	SM 2120 C (21.izd., 2005)	mg/PtCo skale	<5	20
Mutnoća	HRN EN ISO 7027:2001	NTU	1,4	4
Miris	HRN EN 1622:2008	bez		
Okus	HRN EN 1622:2008	bez		
pH vrijednost	HRN EN ISO10523:2012	pH jedinica	7,2	6,5 - 9,5
Nitriti	HRN EN 26777:1998	mg/L NO ₂ ⁻	<0,015	0,5
Nitrati	HRN EN ISO 10304-1:2009/Ispr.1:2012	mg/L NO ₃ ⁻	15,7	50
TEŠKI METALI				
Kadmij (Cd)	HRN EN ISO 11885:2010	µg/L	1	5
Arsen (As)	Vlastita metoda, oznaka:P-VODE-21, izdanje: 1/2	µg/L	<1	10
Živa (Hg)	AAS	µg/L	<0,2	1
Olovo (Pb)	HRN EN ISO 11885:2010	µg/L	<3	10
PESTICIDI				
DDT i metaboliti	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,1
Aldrin	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,03
Dieldrin	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,03
Klordan	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,1
Pesticidi ukupni	US EPA Metoda 614 i US EPA Metoda 617	µg/L	<0,5	0,5

Izvor: Međimurske vode d.o.o.



Graf 2. Grafički prikaz vrijednosti parametara na vodocrpilištu Nedelišće, Z-2

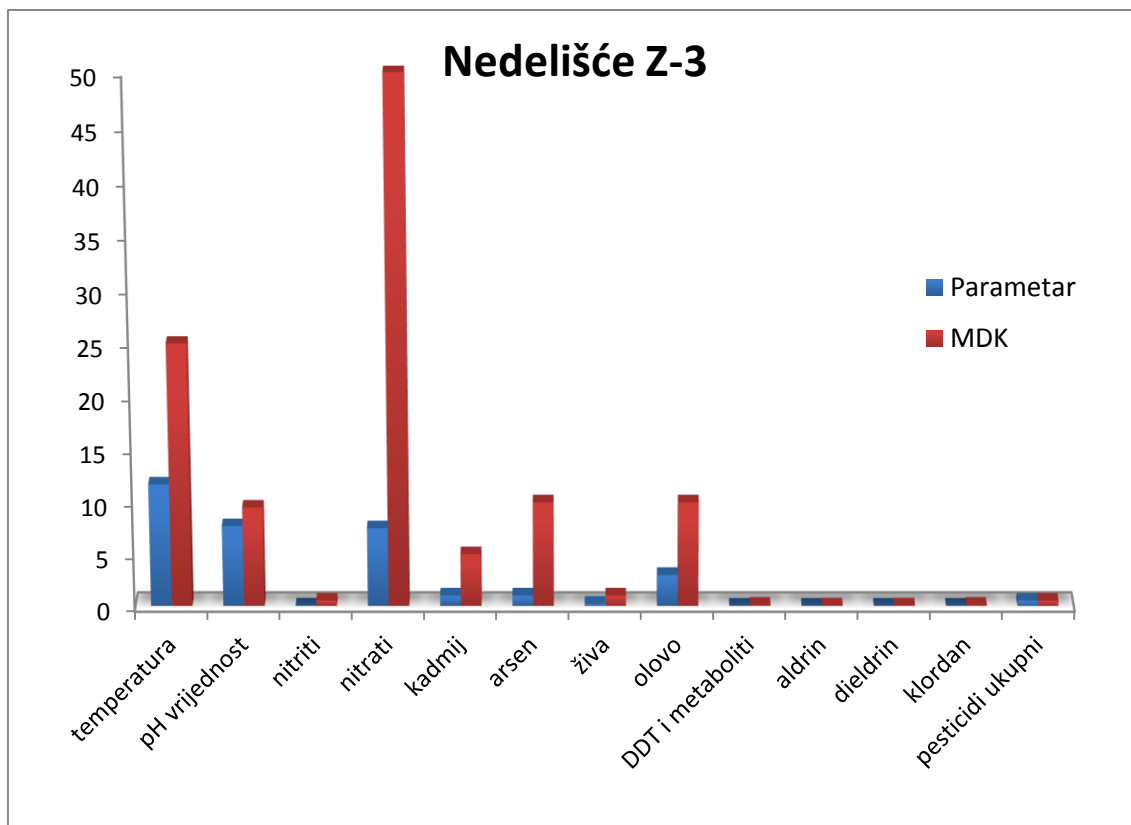
U zdencu Z-2 na vodocrpilištu Nedelišće voda je također bez okusa i mirisa kao i u prvom zdencu. U odnosu na prvi zdenac, temperatura vode je malo niža i iznosi 12,3 °C, mutnoća je veća i iznosi 1,4 NTU, a pH vrijednost je 7,2. Koncentracija nitrita iznosi 0,015 mg/L NO_2^- , a nitrata 15,7 mg/L NO_3^- , što je malo više nego u prvom zdencu, ali je još u uvijek u granicama MDK. Koncentracije teških metala i pesticida također su unutar propisanih vrijednosti.

Analiza potvrđuje da je uzorak uzet u drugom zdencu na vodocrpilištu Nedelišće zdravstveno ispravan i odgovara zahtjevima Pravilnika o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/13 i 128/15).

NEDELIŠĆE, Z-3**Tablica 3.** Vrijednosti parametara na vodocrpilištu Nedelišće, Z-3

NAZIV PARAMETRA	METODA	MJERNA JEDINICA	REZULTAT	MDK
Temperatura	SM 2550 B (21.izd., 2005)	°C	11,7	25
Boja	SM 2120 C (21.izd., 2005)	mg/PtCo skale	<5	20
Mutnoća	HRN EN ISO 7027:2001	NTU	0,33	4
Miris	HRN EN 1622:2008	bez		
Okus	HRN EN 1622:2008	bez		
pH vrijednost	HRN EN ISO10523:2012	pH jedinica	7,7	6,5 - 9,5
Nitriti	HRN EN 26777:1998	mg/L NO ₂ ⁻	<0,02	0,5
Nitrati	HRN EN ISO 10304-1:2009/Ispr.1:2012	mg/L NO ₃ ⁻	7,5	50
TEŠKI METALI				
Kadmij (Cd)	HRN EN ISO 11885:2010	µg/L	<1	5
Arsen (As)	Vlastita metoda, oznaka:P-VODE-21, izdanje: 1/2	µg/L	<1	10
Živa (Hg)	AAS	µg/L	<0,2	1
Olovo (Pb)	HRN EN ISO 11885:2010	µg/L	<3	10
PESTICIDI				
DDT i metaboliti	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,1
Aldrin	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,03
Dieldrin	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,03
Klordan	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,1
Pesticidi ukupni	US EPA Metoda 614 i US EPA Metoda 617	µg/L	<0,5	0,5

Izvor: Međimurske vode d.o.o.



Graf 3. Grafički prikaz vrijednosti parametara na vodocrpilištu Nedelišće, Z-3

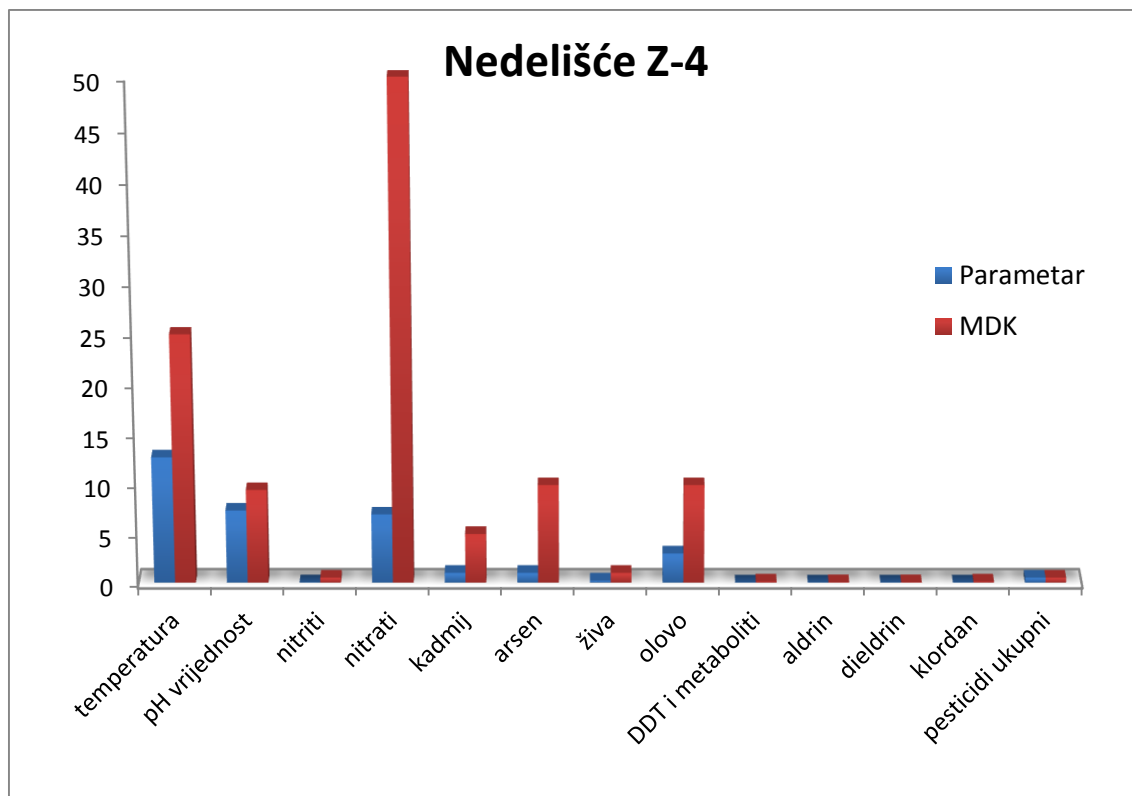
Na temelju analize zaključujemo da je voda na vodocrpilištu Nedelišće, Z-3 bez mirisa i okusa te temperature od 11,7 °C. Maksimalno dopuštena koncentracija za mutnoću iznosi 4 NTU, a u ovom uzroku bila je samo 0,33 NTU. pH vrijednost vode je optimalna, a koncentracije nitrita i nitrata su u granicama propisanih vrijednosti. Teški metali i pesticidi prisutni su u ovom uzorku, ali njihove koncentracije vrlo su niske.

Prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/13 i 128/15) svi ispitani parametri na vodocrpilištu Nedelišće u trećem zdencu odgovaraju maksimalno dopuštenim koncentracijama.

NEDELIŠĆE, Z-4**Tablica 4.** Vrijednosti parametara na vodocrpilištu Nedelišće, Z-4

NAZIV PARAMETRA	METODA	MJERNA JEDINICA	REZULTAT	MDK
Temperatura	SM 2550 B (21.izd., 2005)	°C	12,8	25
Boja	SM 2120 C (21.izd., 2005)	mg/PtCo skale	<5	20
Mutnoća	HRN EN ISO 7027:2001	NTU	0,20	4
Miris	HRN EN 1622:2008	bez		
Okus	HRN EN 1622:2008	bez		
pH vrijednost	HRN EN ISO10523:2012	pH jedinica	7,4	6,5 - 9,5
Nitriti	HRN EN 26777:1998	mg/L NO ₂ ⁻	<0,02	0,5
Nitrati	HRN EN ISO 10304-1:2009/Ispr.1:2012	mg/L NO ₃ ⁻	7,0	50
TEŠKI METALI				
Kadmij (Cd)	HRN EN ISO 11885:2010	µg/L	<1	5
Arsen (As)	Vlastita metoda, oznaka:P-VODE-21, izdanje: 1/2	µg/L	<1	10
Živa (Hg)	AAS	µg/L	<0,20	1
Olovo (Pb)	HRN EN ISO 11885:2010	µg/L	<3	10
PESTICIDI				
DDT i metaboliti	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,1
Aldrin	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,03
Dieldrin	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,03
Klordan	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,1
Pesticidi ukupni	US EPA Metoda 614 i US EPA Metoda 617	µg/L	<0,5	0,5

Izvor: Međimurske vode d.o.o.



Graf 4. Grafički prikaz vrijednosti parametara na vodocrpilištu Nedelišće, Z-4

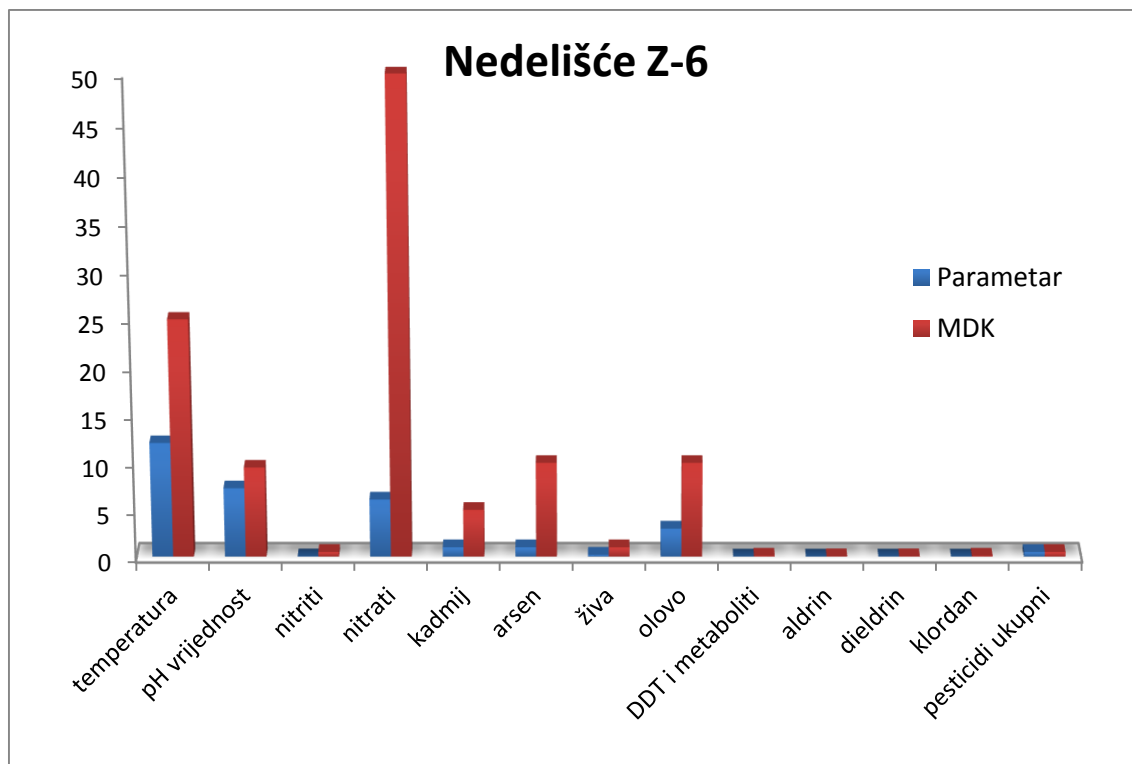
Analizom uzorka utvrđeno je da je voda na vodocrpilištu Nedelišće u četvrtom zdencu bez okusa i mirisa. Mutnoća je u ovom zdencu najniža te iznosi 0,20 NTU. pH vrijednost vode iznosi 7,4, a koncentracije nitrita i nitrata su unutar propisanih vrijednosti te iznose za nitrite 0,02 mg/L NO_2^- i 7,0 za nitrate. Koncentracije teških metala (kadmij, arsen, olovo, živa) i pesticida (DDT, aldrin, dieldrin, klordan) također su unutar propisanih vrijednosti.

Rezultati analize na vodocrpilištu Nedelišće u četvrtom zdencu pokazuju da vrijednosti parametara odgovaraju maksimalno dozvoljenim koncentracijama prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/13 i 128/15).

NEDELIŠĆE, Z-6**Tablica 5.** Vrijednosti parametara na vodocrpilištu Nedelišće, Z-6

NAZIV PARAMETRA	METODA	MJERNA JEDINICA	REZULTAT	MDK
Temperatura	SM 2550 B (21.izd., 2005)	°C	12,1	25
Boja	SM 2120 C (21.izd., 2005)	mg/PtCo skale	<5	20
Mutnoća	HRN EN ISO 7027:2001	NTU	0,39	4
Miris	HRN EN 1622:2008	bez		
Okus	HRN EN 1622:2008	bez		
pH vrijednost	HRN EN ISO10523:2012	pH jedinica	7,3	6,5 - 9,5
Nitriti	HRN EN 26777:1998	mg/L NO ₂ ⁻	<0,015	0,5
Nitrati	HRN EN ISO 10304-1:2009/Ispr.1:2012	mg/L NO ₃ ⁻	6,1	50
TEŠKI METALI				
Kadmij (Cd)	HRN EN ISO 11885:2010	µg/L	<1	5
Arsen (As)	Vlastita metoda, oznaka:P-VODE-21, izdanje: 1/2	µg/L	<1	10
Živa (Hg)	AAS	µg/L	<0,2	1
Olovo (Pb)	HRN EN ISO 11885:2010	µg/L	<3	10
PESTICIDI				
DDT i metaboliti	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,1
Aldrin	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,03
Dieldrin	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,03
Klordan	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,1
Pesticidi ukupni	US EPA Metoda 614 i US EPA Metoda 617	µg/L	<0,5	0,5

Izvor: Međimurske vode d.o.o.



Graf 5. Grafički prikaz vrijednosti parametara na vodocrpilištu Nedelišće, Z-6

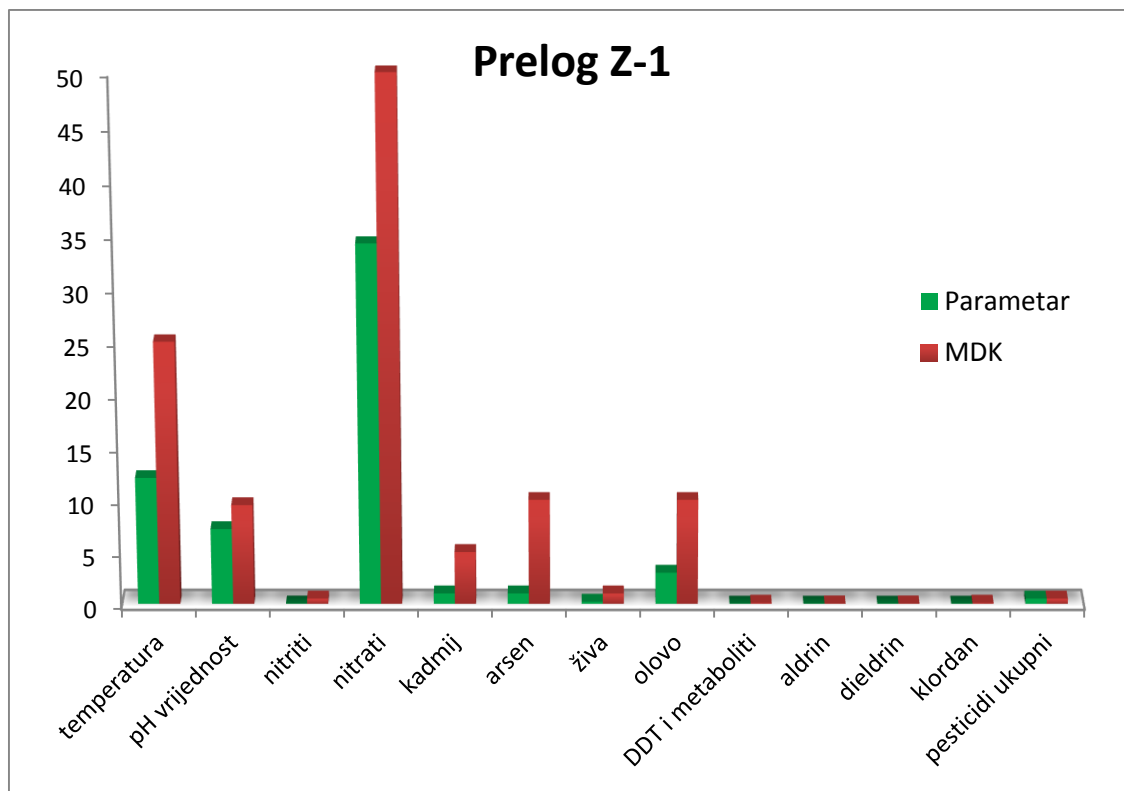
Analiza pokazuje da je voda na vodocrpilištu Nedelišće u zdencu Z-6 temperature 12,1 °C te bez mirisa i okusa. Mutnoća joj iznosi 0,39 NTU, a pH vrijednost 7,3 što je unutar maksimalno dopuštenih koncentracija. Koncentracija nitrita iznosi 0,015 mg/L NO_2^- , dok za nitrate ona iznosi 6,1 mg/L NO_3^- . Teški metali i pesticidi prisutni su u ovom uzroku, ali su njihove koncentracije unutar propisanih vrijednosti.

Rezultati analize potvrđuju da na vodocrpilištu Nedelišće u zdencu Z-6 svi ispitani parametri odgovaraju zahtjevima Pravilnika o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/13 i 128/15).

PRELOG, Z-1**Tablica 6.** Vrijednosti parametara na vodocrpilištu Prelog, Z-1

NAZIV PARAMETRA	METODA	MJERNA JEDINICA	REZULTAT	MDK
Temperatura	SM 2550 B (21.izd., 2005)	°C	12,9	25
Boja	SM 2120 C (21.izd., 2005)	mg/PtCo skale	<5	20
Mutnoća	HRN EN ISO 7027:2001	NTU	0,22	4
Miris	HRN EN 1622:2008	bez		
Okus	HRN EN 1622:2008	bez		
pH vrijednost	HRN EN ISO10523:2012	pH jedinica	7,2	6,5 - 9,5
Nitriti	HRN EN 26777:1998	mg/L NO ₂ ⁻	<0,02	0,5
Nitrati	HRN EN ISO 10304-1:2009/Ispr.1:2012	mg/L NO ₃ ⁻	34,2	50
TEŠKI METALI				
Kadmij (Cd)	HRN EN ISO 11885:2010	µg/L	<1	5
Arsen (As)	Vlastita metoda, oznaka:P-VODE-21, izdanje: 1/2	µg/L	<1	10
Živa (Hg)	AAS	µg/L	<0,20	1
Olovo (Pb)	HRN EN ISO 11885:2010	µg/L	<3	10
PESTICIDI				
DDT i metaboliti	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,1
Aldrin	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,03
Dieldrin	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,03
Klordan	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,1
Pesticidi ukupni	US EPA Metoda 614 i US EPA Metoda 617	µg/L	<0,05	0,5

Izvor: Međimurske vode d.o.o.



Graf 6. Grafički prikaz vrijednosti parametara na vodocrpilištu Prelog, Z-1

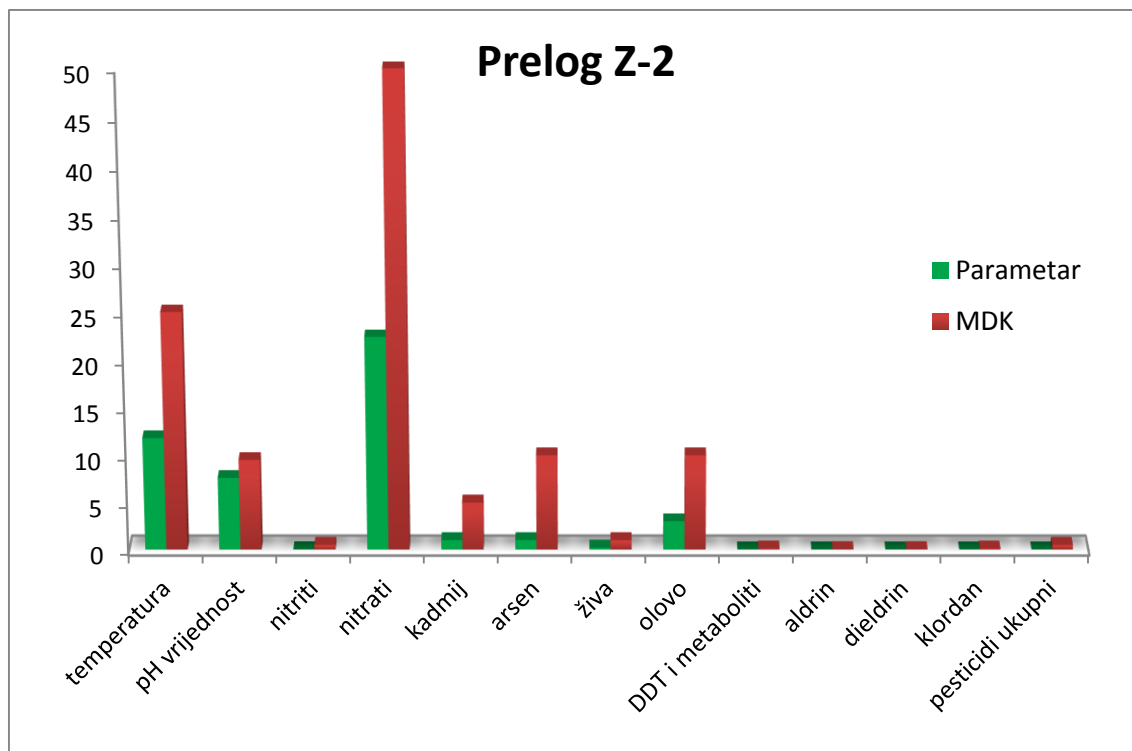
Analizom vode utvrđeno je da je voda na vodocrpilištu Prelog u prvom zdencu kao i u svim zdencima vodocrpilišta Nedelišće bez okusa i mirisa. Temperatura vode je 12,9 °C, mutnoća 0,22 NTU, a pH vrijednost iznosi 7,2. Koncentracija nitrita iznosi 0,02 mg/L NO_2^- , dok je koncentracija nitrata u odnosu na vodocrpilište Nedelišće povišena te iznosi 34,2 mg/L NO_3^- , ali je još uvijek unutar propisanih granica. Teški metali i pesticidi su i na ovom vodocrpilištu prisutni, ali su njihove koncentracije u granicama maksimalno dopuštenih koncentracija.

Rezultati analize potvrđuju da je voda na vodocrpilištu Prelog u prvom zdencu zdravstveno ispravna i odgovara maksimalno dopuštenih koncentracijama iz Pravilnika o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/13 i 128/15).

PRELOG, Z-2**Tablica 7.** Vrijednosti parametara na vodocrpilištu Prelog, Z-2

NAZIV PARAMETRA	METODA	MJERNA JEDINICA	REZULTAT	MDK
Temperatura	SM 2550 B (21.izd., 2005)	°C	11,8	25
Boja	SM 2120 C (21.izd., 2005)	mg/PtCo skale	<5	20
Mutnoća	HRN EN ISO 7027:2001	NTU	0,30	4
Miris	HRN EN 1622:2008	bez		
Okus	HRN EN 1622:2008	bez		
pH vrijednost	HRN EN ISO10523:2012	pH jedinica	7,6	6,5 - 9,5
Nitriti	HRN EN 26777:1998	mg/L NO ₂ ⁻	<0,02	0,5
Nitrati	HRN EN ISO 10304-1:2009/Ispr.1:2012	mg/L NO ₃ ⁻	22,4	50
TEŠKI METALI				
Kadmij (Cd)	HRN EN ISO 11885:2010	µg/L	<1	5
Arsen (As)	Vlastita metoda, oznaka:P-VODE-21, izdanje: 1/2	µg/L	<1	10
Živa (Hg)	AAS	µg/L	<0,2	1
Olovo (Pb)	HRN EN ISO 11885:2010	µg/L	<3	10
PESTICIDI				
DDT i metaboliti	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,1
Aldrin	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,03
Dieldrin	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,03
Klordan	US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,1
Pesticidi ukupni	US EPA Metoda 614 i US EPA Metoda 617	µg/L	<0,01	0,5

Izvor: Međimurske vode d.o.o.



Graf 7. Grafički prikaz vrijednosti parametara na vodocrpilištu Prelog, Z-2

Na temelju analize zaključujemo da temperatura vode na vodocrpilištu Prelog u drugom zdencu iznosi 11,8 °C. Voda je također bez okusa i mirisa, mutnoće od 0,30 NTU i pH vrijednosti 7,6. Koncentracija nitrita je ista kao i u prvom zdencu ovog vodocrpilišta, a koncentracija nitrata je malo niža i iznosi 22,4 mg/L NO_3^- . Koncentracija teških metala i pesticida unutar je maksimalno dopuštenih koncentracija.

Analiza potvrđuje da su svi ispitani parametri na vodocrpilištu Prelog u drugom zdencu unutar maksimalno dopuštenih koncentracija iz Pravilnika o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/13 i 128/15).

10. ZAKLJUČAK

Zdravstveno ispravna voda nužna je za život svakog čovjeka. Zbog toga su monitoring i zaštita vodnih resursa od nacionalnog interesa za svaku državu. Međimurska županija leži na značajnom podzemnom spremniku pitke vode visoke kvalitete zahvaljujući dugogodišnjoj brizi o zaštiti vodocrpilišta koja obuhvaća kontinuiranu odvodnju i pročišćavanje otpadnih voda tako da one ne onečišćuju podzemne vode. Tvrtka Hrvatske vode također stalnim monitoringom i analizama podzemnih voda osigurava kvalitetu pitke vode u Međimurskoj županiji.

U ovom radu analizirane su koncentracije parametara na dva međimurska vodocrpilišta – vodocrpilištu Nedelišće i vodocrpilištu Prelog. Analize su provedene u laboratoriju tvrtke Međimurske vode d.o.o. Parametri koji su analizirani u razdoblju od 2016. do 2017. su: temperatura, mutnoća, miris, okus, pH vrijednost, nitriti, nitrati, teški metali (kadmij, arsen, olovo, živa) i pesticidi (DDT i metaboliti, aldrin, dieldrin, klordan i ukupni pesticidi).

Na temelju analiza provedenih na vodocrpilištima Nedelišće i Prelog u razdoblju od 2016. do 2017. godine zaključujemo:

- voda je na oba vodocrpilišta bez okusa i mirisa
- mutnoća i pH vrijednost vode unutar su propisanih vrijednosti
- koncentracije nitrita na oba vodocrpilišta su niske
- koncentracije nitrata na vodocrpilištu Prelog dvostruko su više od onih na vodocrpilištu Nedelišće, ali još su uvijek ispod maksimalno dopuštenih koncentracija
- teški metali i pesticidi prisutni su na oba vodocrpilišta, ali su njihove koncentracije unutar propisanih vrijednosti
- voda za ljudsku potrošnju u Međimurskoj županiji zdravstveno je ispravna.

11. LITERATURA

- [1] Zakon o vodi za ljudsku potrošnju (NN 56/13, 64/15)
- [2] Hrvatski geološki institut, Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju,
Resursna osnova za pitku i geotermalnu vodu u Međimurskoj županiji, Zagreb
- [3] Springer, O. P; Springer D. (2008). Otrovani modrozeleni planet. Samobor,
Meridijani
- [4] Podzemne vode,
<https://helpdesk.uniri.hr/system/resources/docs/000/006/761/original/T-7.pdf?1444729691>
- [5] Vodonosnik, <https://en.wikipedia.org/wiki/Aquifer>
- [6] Aljinović, D., Tomljenović, B; Petrologija s geologijom, Površinska i podzemna
voda (2. dio),
[https://rudar.rgn.hr/~bruntom/nids_bruntom/PDF%20Sumarstvo/4_Povr%20i%20p
odzem-voda-\(2\).pdf](https://rudar.rgn.hr/~bruntom/nids_bruntom/PDF%20Sumarstvo/4_Povr%20i%20podzem-voda-(2).pdf)
- [7] Posavec, K; Mustač, I. (2008.) Zone sanitarne zaštite Međimurskih vodocrpilišta,
[http://www.voda.hr/sites/default/files/pdf_clanka/hv_68_2009_113-124_posavec-
mustac.pdf](http://www.voda.hr/sites/default/files/pdf_clanka/hv_68_2009_113-124_posavec-mustac.pdf)
- [8] Pravilnik o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta (NN/11, NN
47/13)
- [9] Sofilić, T. (2014.) Ekotoksikologija, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet,
Sisak,
http://bib.irb.hr/datoteka/743709.Tahir_Sofilic_EKOTOKSIKOLOGIJA.pdf
- [10] Teški metali - kako olovo, kadmij i živa utječu na naše zdravlje,
<https://zdravozdravo.blogspot.hr/2013/12/teski-metali.html>

- [11] Kuleš, M; Habuda-Stanić, M; Arsen u vodi za piće, Zavod za kemiju, Prehrambeno tehnološki fakultet, Sveučilišta J.J. Strossmayera, Osijek,
<https://bib.irb.hr/datoteka/77269.Stanic.pdf>
- [12] Nitrati i nitriti u vodi za piće,
<http://www.hydrolux.info/english/06%20problemi/nitrati-u-vodi.html>
- [13] Voda, <https://hr.wikipedia.org/wiki/Voda>

POPIS SLIKA

Slika 1. Trodimenzionalni model međimurskog vodonosnika.....	10
Slika 2. Otvoreni i zatvoreni vodonosnik	11
Slika 3. Zaštitne zone vodocrpilišta Nedelišće.....	12
Slika 4. Zone zaštite vodocrpilišta Prelog	13
Slika 5. Izvori onečišćenja vode	15

POPIS TABLICA

Tablica 1. Vrijednosti parametara na vodocrpilištu Nedelišće, zdenac Z-1	21
Tablica 2. Vrijednosti parametara na vodocrpilištu Nedelišće, zdenac Z-2.....	23
Tablica 3. Vrijednosti parametara na vodocrpilištu Nedelišće, zdenac Z-3.....	25
Tablica 4. Vrijednosti parametara na vodocrpilištu Nedelišće, zdenac Z-4.....	27
Tablica 5. Vrijednosti parametara na vodocrpilištu Nedelišće, zdenac Z-6.....	29
Tablica 6. Vrijednosti parametara na vodocrpilištu Prelog, zdenac Z-1	31
Tablica 7. Vrijednosti parametara na vodocrpilištu Prelog, zdenac Z-2	33

POPIS GRAFOVA

Graf 1. Grafički prikaz vrijednosti parametara na vodocrpilištu Nedelišće, Z-1	22
Graf 2. Grafički prikaz vrijednosti parametara na vodocrpilištu Nedelišće, Z-2	24
Graf 3. Grafički prikaz vrijednosti parametara na vodocrpilištu Nedelišće, Z-3	26
Graf 4. Grafički prikaz vrijednosti parametara na vodocrpilištu Nedelišće, Z-4	28
Graf 5. Grafički prikaz vrijednosti parametara na vodocrpilištu Nedelišće, Z-6	30
Graf 6. Grafički prikaz vrijednosti parametara na vodocrpilištu Prelog, Z-1.....	32
Graf 7. Grafički prikaz vrijednosti parametara na vodocrpilištu Prelog, Z-2.....	34